

Preparing and/or coating surfaces of hollow components

Publication number: DE19607625

Publication date: 1996-12-12

Inventor: GROSMANN VALENTIN (DE); PILLHOEFER HORST (DE); THOMA MARTIN DR (DE)

Applicant: MOTOREN TURBINEN UNION (DE)

Classification:

- international: C23C10/06; C23C10/48; C23C10/00; (IPC1-7):
C23C10/06; C23C10/48

- European: C23C10/06; C23C10/48

Application number: DE19961007625 19960229

Priority number(s): DE19961007625 19960229

Also published as:

- WO9732054 (A1)
- EP0883697 (A1)
- US6180170 (B1)
- EP0883697 (A0)
- EP0883697 (B1)

[more >>](#)

[Report a data error here](#)

Abstract of DE19607625

The invention concerns a device and method for preparing and/or coating the surfaces of hollow construction elements which have at least two openings linking their outside and inside surfaces. First, at least two reactant-gas mixtures (I, II), for treatment of the outside and inside surfaces of the construction elements are prepared using gas generators, and the first mixture (I) is passed over the outside surfaces and then over the inside surfaces of the construction elements while the second mixture (II) is passed over the inside surfaces and then over the outside surfaces of the construction elements.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



⑩ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑩ **Patentschrift**
⑩ **DE 196 07 625 C 1**

⑤ Int. Cl. 9:
C 23 C 10/06
C 23 C 10/48

DE 196 07 625 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦ Patentinhaber:

MTU Motoren- und Turbinen-Union München GmbH,
80985 München, DE

⑦ Erfinder:

Großmann, Valentin, 85256 Vierkirchen, DE;
Pillhofer, Horst, 85244 Röhrmoos, DE; Thoma,
Martin, Dr., 80804 München, DE

⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	41 19 867 C1
DE	40 35 789 C1
US	50 71 687
EP	3 49 420 A1

④ Vorrichtung und Verfahren zur Präparation und/oder Beschichtung der Oberflächen von Hohlbauteilen

⑤ Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Präparation und/oder Beschichtung der Oberflächen von metallischen Hohlbauteilen, die mindestens zwei Verbindungsöffnungen zwischen ihren äußeren und inneren Oberflächen aufweisen. Dazu werden zunächst mindestens zweier Reaktionsgasgemische (I, II) durch Reaktionsquellen zur Behandlung der äußeren und inneren Oberflächen der Hohlbauteile bereitgestellt und das erste Reaktionsgasgemisch (I) über die äußeren Oberflächen und danach über die inneren Oberflächen der Bauteile geführt, während das zweite Reaktionsgasgemisch (II) über die inneren Oberflächen und danach über die äußeren Oberflächen der Bauteile geführt wird.

DE 196 07 625 C 1

1
Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Präparation und/oder Beschichtung der Oberflächen von metallischen Hohlbauteilen, die mindestens zwei Verbindungsöffnungen zwischen ihren Außen- und inneren Oberflächen aufweisen.

Für die Präparation und/oder Beschichtung der Oberflächen von metallischen Hohlbauteilen, die mindestens zwei Verbindungsöffnungen zwischen ihren Außen- und inneren Oberflächen aufweisen, ist insbesondere für Hohlschaufln beim Turbotriebwerksbau aus EP 0 349 420 ein Verfahren mit Vorrichtung bekannt, bei dem ein Reaktionsgasgemisch oder ein Beschichtungsgasmisch unterhalb einer Schaufel in einem Reaktionsraum erzeugt wird. Die Schaufel hängt in dem Reaktionsraum, von dem aus die äußeren Oberflächen gereinigt bzw. beschichtet werden können und das Reaktionsgas umströmt zuerst die äußeren Oberflächen in einer Richtung und dann durch eine erste Öffnung in der Hohlschaufln in die Hohlräume an den inneren Oberflächen vorbei und schließlich aus den Hohlräumen über eine zweite Öffnung in der Hohlschaufln heraus in eine Abgasleitung zur Entsorgung oder Rückführung der Restgase des Reaktionsgases.

Derartige Vorrichtungen und Verfahren haben den Nachteil, daß die Konzentration einzelner Reaktionskomponenten, die im Reaktionsgas enthalten sind und die mit den Oberflächen reagieren, auf dem Weg über die äußeren Flächen, die erste Öffnung, die inneren Flächen bis zum Austritt aus der zweiten Öffnung derart absinkt, daß erhebliche Reaktionsunterschiede zwischen äußeren und inneren Oberflächen und im Verlauf der inneren Oberflächen auftreten.

Die Unterschiede zwischen äußeren und inneren Oberflächen werden durch die Maßnahmen, wie sie in den Patentschriften DE 40 35 789 und DE 41 19 957 beschrieben werden, teilweise überwunden. Jedoch ist feststellbar, daß die Unterschiede im Verlauf der inneren Oberflächen vom Eintritt in die Hohlräume bis zum Austritt aus den Hohlräumen mit den bisherigen Verfahren nicht wesentlich verbessert werden können. Die verbesserten Verfahren und Vorrichtungen haben darüberhinaus den Nachteil, daß sie Retortenaufbauten erfordern, die äußerst komplex und wenig variabel aufgebaut sind und für eine Massenfertigung ungeeignet erscheinen.

Ein weiterer wesentlicher Nachteil besteht darin, daß die bekannten Vorrichtungen und Verfahren keine unterschiedlichen Gasquellen für die Behandlung der äußeren und inneren Oberflächen zulassen.

Gelöst werden diese Aufgaben, soweit es ein Verfahren betrifft mit den Verfahrensschritten:

- a) Bereitstellen mindestens zweier Reaktionsgasgemische (I, II) durch Reaktionsgasquellen zur Behandlung der äußeren und inneren Oberflächen der Hohlbauteile,
- b) Führen des ersten Reaktionsgasgemisches (I) über die äußeren Oberflächen und danach über die inneren Oberflächen der Bauteile,
- c) Führen des zweiten Reaktionsgasgemisches (II) über die inneren Oberflächen und danach über die äußeren Oberflächen der Bauteile.

Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß bei gleicher Einwirkung der Reaktionsgase auf die inneren Oberflächen gleicher Hohlbauteile, gegenüber den bisherigen

- Vorrichtungen eine größere Vergleichsmäßigung der Reaktionsergebnisse sowohl für eine Präparation wie Reduktion sulfidischer oder oxidischer Oberflächenverunreinigungen als auch für eine Beschichtung der inneren Oberflächen mit Schutzschichten gegen Oxidation, Korrosion oder Sulfidation, erreicht wird. Bilden die inneren Oberflächen Kanäle, wie sie bei Turbinen- oder Verdichterhohlschaufln bekannt sind, so kann gegenüber der Reinigung und Beschichtung mit herkömmlichen Verfahren die doppelte Kanallänge gereinigt bzw. beschichtet werden, da die Reaktionsgase die Hohlräume nicht nur in einer Richtung, sondern aus zwei entgegengesetzten Richtungen nacheinander durchströmen können.
- 15 In einer bevorzugten Durchführung des Verfahrens setzen sich die Reaktionsgasgemische (I, II) aus gleichartigen Komponenten zusammen, und die Strömungsrichtung der Reaktionsgase wird über die Oberflächen des Hohlbauteils durch Wiederholen der Schritte b) und c) mehrfach geändert. Diese Intervallverfahren hat insbesondere den Vorteil, daß bei inneren Oberflächen die Vorsprünge und andere Hindernisse aufweisen. Verminderte Wirkungen beispielsweise zwischen Luv- und Leeseite der Hindernisse aufgehoben werden können.
- 20 Ein weiterer Vorteil ist, daß mit höheren Durchströmegeschwindigkeiten gearbeitet werden kann, da sich luv- und leeseitige Wirkungen kompensieren. Das heißt, daß die bisher üblichen Kriegsgeschwindigkeiten beim Durchströmen von Innenflächen zur Vermeidung der Ausbildung von Unterschieden zwischen Luv- und Leeseite an Hindernissen, die zu einer vorzeitigen Verarmung der Reaktionskomponenten führen können nicht mehr beibehalten werden müssen, so daß erstens die vorzeitige Verarmung überwunden wird, und zweitens die hohe Gleichmäßigkeit der Präparation und/oder der Beschichtung erreicht wird, die insbesondere bei Beschichtungen durch die Messung der Beschichtungsdicke nachweisbar wird. Schließlich wird mit dieser Verfahrensvariante eine Verkürzung des Verfahrensdauers erreicht, falls gleiche Präparations- und/oder Beschichtungsergebnisse wie mit herkömmlichen Verfahren oder Vorrichtungen zu erzielen sind.
- 25 Bei einer weiteren bevorzugten Durchführung des Verfahrens liefert mindestens eine der Reaktionsgasquellen Reaktionsgase, die der Reinigung von äußeren und inneren Oberflächen dienen, vorzugsweise halogenhaltige Gase. Unter diesen haben sich besonders chlor- oder fluorhaltige Gase bewährt, die ätzend auf die zu reinigenden Oberflächen einwirken.
- 30 Die Reaktionsgasquellen müssen nicht immer gleichartig sein. Bei Oberflächenpräparationen liefert vorzugsweise mindestens eine der Reaktionsgasquellen Reaktionsgase, die der Reduktion sulfidischer oder oxidischer Ablagerungen auf den äußeren oder inneren Oberflächen dienen, vorzugsweise wasserstoffhaltige Gase, die in einer bevorzugten Richtung die Oberflächen der Bauteile umströmen, während eine andersartige Beschichtungsquelle in der entgegengesetzten Richtung wirkt. Auch Spülgase zum Reinigen einer Anlage, bevor behandelte Bauteile der Anlage entnommen werden, können in einer bevorzugten Richtung die Oberflächen in den Reaktionsräumen umströmen, um beispielsweise giftige Komponenten in die bevorzugte Richtung zu treiben. Ferner können Verbindungsbohrungen zwischen äußeren und inneren Bauteileoberflächen, wie sie bei Turbinenschaufln als Filmkühlungsbohrungen bekannt sind, von unerwünschten Ablagerungen und unerwünschter Kontamination während einer Abkühlphase

se nach einem Beschichtungsprozeß freigehalten werden, indem in Richtung des Reaktionsgasgemisches II ein Inertgas die Bauteile von innen nach außen über die Verbindungsbohrungen während der Abkühlphase durchströmt.

Das zweite Reaktionsgas (II) kann folglich ein beschichtendes Reaktionsgas, wie vorzugsweise ein chromierendes oder alitierendes Reaktionsgas, ein reduzierendes Gas, wie vorzugsweise ein wasserstoffhaltiges Gas oder ein Inertgas sein. Wobei das Inertgas vorzugsweise in der Phase des Aufheizens oder des Abkühlens eingesetzt wird.

Bei einer Gasdifusionsbeschichtung der äußeren oder inneren Oberflächen zersetzen sich vorzugsweise halogenhaltige Gase an den metallischen Außen- oder Innenflächen der Hohlbautelle in eine metallische Komponente, die als Beschichtung auf den äußeren und inneren Oberflächen abgeschieden wird und eine halogene Komponente, die als Aktivator wiederverwendet werden kann. Die Verarmung der Metallquelle und die Verdunstung des Reaktionsgases ist bei den Strömungsgeschwindigkeiten herkömmlicher Verfahren besonders gravierend und wirkt sich negativ auf eine Vergleichsbildung der Schichtdicken aus, was durch das erfundengemäße Verfahren überwunden wird.

Um das erfundengemäße Verfahren durchführen zu können, und um die Nachteile der bisherigen Vorrichtungen, die aufgrund ihrer Komplexität für eine einzelne Schaufel für eine Massenfertigung ungeeignet sind, zu überwinden, wird eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 6 angegeben.

Diese Vorrichtung ist für eine Präparation und/oder Beschichtung der Oberflächen von metallischen Hohlbauten, die mindestens zwei Verbindungsöffnungen zwischen ihren äußeren und inneren Oberflächen aufweisen, geeignet. Die Vorrichtung weist einen Reaktionsbehälter mit einem äußeren Reaktionsraum und einem zentralen Halterohr auf. An dem Halterohr sind abnehmbare radial zum Halterohr ausgerichtete hohle Trägerarme angeordnet. Diese können mindestens jeweils ein Hohlbauteil aufnehmen und tragen üblicherweise bis zu 30 Hohlbauten, wobei eine erste Verbindungsöffnung der Bauteile mit dem äußeren Reaktionsraum und eine zweite Verbindungsöffnung über den hohen Trägerarm mit dem Innraum des Halterohres verbunden sind. Die Reaktionsgase aus dem äußeren Reaktionsraum strömen zuerst über die äußeren Oberflächen der Hohlbautelle und danach über die erste Verbindungsöffnung zu den inneren Oberflächen der Hohlbautelle. Sie werden über die zweite Verbindungsöffnung in den Hohlbauten und über die Trägerarme zum Innraum des Halterohres geführt. Umgekehrt können die Reaktionsgase vom Innraum des Halterohres über die Trägerarme durch die zweite Verbindungsöffnung des Bauteils zuerst über die inneren Oberflächen und danach durch die erste Verbindungsöffnung über die äußeren Oberflächen der Bauteile in den äußeren Reaktionsraum strömen.

Diese Vorrichtung hat den Vorteil, daß die Oberflächen der Bauteile aus zwei entgegengesetzten Richtungen nacheinander oder im Wechsel umströmt werden können. Die abnehmbaren Trägerarme können getrennt und außerhalb der Reaktionsräume mit Hohlbauten bestückt werden. Die Hohlbauten auf den Trägerarmen können unterschiedliche Strukturen aufweisen und werden individuell an die Trägerarme angepaßt und mit der zweiten Verbindungsöffnung gasdicht mit den hohen Trägerarmen verbunden. Mehrere Träger-

arme werden dann über gleichförmige Anschlußöffnungen an das Halterohr angeschlossen. Diese Anschlüsse können konisch, kugelförmig, flanschartig oder muffenförmig ausgebildet sein. Vorzugsweise werden sie als halbkugelförmige, lösbare Verbindungen ausgeführt.

Die Trägerarme sind schließlich wie ein Ast an einem Tannenbaum hoch sind und der Baumstamm eine innere Reaktionsgasquelle aufnehmen kann, die damit von dem 10 weiteren Reaktionsraum vorteilhaft getrennt ist, so daß aus entgegengesetzten Richtungen die Oberflächen der Hohlbauten umströmt werden können.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der erfundengemäßen Vorrichtung sind im äußeren Reaktionsraum zwischen den Trägerarmen radial zum Halterohr angeordnete äußere Granulatkörbe mit einem ersten Reaktionsgasquellenmaterial befestigt. Derartige Reaktionsgasquellenmaterialien sind für Gasdifusionsverfahren aus US-PS- 5 071 678 bekannt und bestehen aus einem bei hohen Temperaturen gasförmigen Halogengranulat als Aktivator, einem Metallsprenggranulat und Ballaststoffen, wie granulatförmigen Metalloxiden. Vorteilhafterweise werden sie in äußeren Reaktionsräumen in der Nähe der zu beschichtenden Oberflächen in 20 Granulatkörben aufgehängt, die zwischen den Trägerarmen positioniert sind und in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfahrung mit den Trägerarmen in mehreren Lagen übereinander am Halterohr angeordnet sind. Dadurch lassen sich vorteilhafterweise 30 in einer Charge bis zu 1000 Hohlbauten auf ihren äußeren und inneren Oberflächen beschichten. Eine derartige Vorrichtung ist außerdem beliebig erweiterbar und für die Massenfertigung geeignet.

Eine zweite Reaktionsgasquellenmaterial ist vorzugsweise im Innraum des Halterohrs in inneren Granulatkörben angeordnet. Ein Vorteil ist, daß bei gleichartigen Quellenmaterial die Oberflächen aus zwei Richtungen umströmt werden und damit bei hoher Strömungsgeschwindigkeit Luv- und Leewirkungen an Hindernissen und scharfen Kanten weitestgehend kompensiert werden. Außerdem kann vorzugsweise auch unterschiedliches Reaktionsquellenmaterial zum Einsatz gebracht werden, so daß beispielsweise auf den inneren Oberflächen überwiegend Chrom abgeschieden wird, wenn die inneren Granulatkörbe eine chromatische Reaktionsgasquelle tragen und auf den äußeren Oberflächen eine überwiegend aluminiumhaltige Beschichtung erfolgt, wenn die äußeren Granulatkörbe im äußeren Reaktionsraum aluminiumhaltiges Spendergranulat aufweisen.

Um ein sicheres Ausschalten der Gasstromrichtungen zu gewährleisten, steht das Halterohr vorzugsweise zentral auf dem Boden des Reaktionsbehälters und der Reaktionsbehälterboden weist mindestens eine erste Zu- oder Ableitungsöffnung für den äußeren Reaktionsraum und mindestens eine zweite Zu- oder Ableitungsöffnung für den Innraum des Halterohres auf.

Die folgenden Figuren und Beispiele erläutern bevorzugte Ausführungsformen und Anwendungsbeispiele der vorliegenden Erfindung.

Fig. 1 zeigt einen Teilbereich einer erfundengemäßen Vorrichtung zur Durchführung des erfundengemäßen Verfahrens.

Fig. 2 zeigt eine Draufsicht auf eine Lage aus Granulatkörben und Trägerarmen der erfundengemäßen Vorrichtung.

Fig. 3 zeigt eine Hohlschaufel, die für den Einsatz in der erfundengemäßen Vorrichtung und in dem erfin-

dungsgemäßen Verfahren geeignet ist.

Fig. 1 zeigt einen Teilbereich einer erfundungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung des erfundungsgemäßen Verfahrens. Zur Präparation und/oder Beschichtung der Oberflächen von metallischen Hohlbauteilen 100 werden diese in Trägerarmen 1 bis 60 angeordnet, so daß sich die Hohlbauteile 100 zwischen zwei Reaktionsgasquellen 201 bis 280 und 290 befinden. Diese Reaktionsgasquellen 201 bis 280 und 290 stellen zwei Reaktionsgasgemische (I, II) zur Behandlung der äußeren und inneren Oberflächen der Hohlbauteile 100 bereit, wobei ein erstes Reaktionsgasgemisch (I) der ersten Reaktionsgasquelle 201 bis 280 in einem äußeren Reaktionsraum 110 in Pfeilrichtung A über die äußeren Oberflächen und danach über die inneren Oberflächen der Bauteile 100 geführt wird und ein zweites Reaktionsgasgemisch (II) der zweiten Reaktionsgasquelle 290 in einem zweiten Reaktionsraum 120 in Pfeilrichtung B zunächst über die inneren Oberflächen und danach über die äußeren Oberflächen der Bauteile 100 geführt wird. Die Richtung der Reaktionsgasströme kann zeitlich gestaffelt zwischen den Strömungsrichtungen A und B mehrfach geändert werden, um an äußeren und inneren Oberflächen von komplexgestalteten Bauteilen 100 in Richtung A oder B Luv- und Leewirkungen an Hindernissen und scharfen Kanten der Hohlbauteile 100 zu kompensieren.

Eine der Reaktionsgasquellen kann auch dem äußeren oder inneren Reaktionsraum 110, 120 vorgeschaltet sein und über die Zuleitungsoffnungen 111 bzw. 121 im Boden 131 des Reaktionsbehälters Reaktionsgase, wie halogenhaltige Gase, die vorzugsweise der Reinigung der äußeren und/oder inneren Oberflächen dienen, zuführen. Auch wasserstoffhaltige Reduktionsgase werden aus externen Quellen über die Zuleitungsoffnungen 111 bzw. 121 den äußeren und/oder inneren Oberflächen zur Reduktion sulfidischer oder oxidischer Ablagerungen zugeführt, wobei auf mindestens einer der beiden Granulatkorbanordnungen, wie sie die Positionen 01 bis 280 oder die Position 290 zeigen, verzichtet werden kann.

Für eine Gasdiffusionsbeschichtung der äußeren oder inneren Oberflächen der Hohlbauteile 100 werden halogenidhaltige Gase in dem äußeren bzw. inneren Reaktionsraum 110 bzw. 120 erzeugt. Diese Reaktionsgase zersetzen sich teilweise an den metallischen Außen- oder Innenflächen der Hohlbauteile 100 in eine metallische Komponente, die als Beschichtung auf den äußeren und inneren Oberflächen abgeschieden wird und eine gasförmige halogene Komponente, die als Aktivator wieder verwendet werden kann, nachdem sie an kühlen Oberflächen kondensiert oder in beheizten Räumen als Aktivatorgas Spendenmetallatome zu den äußeren oder inneren Oberflächen der Hohlbauteile 100 transportiert. Um den Transport in den erfundungsgemäßen entgegengesetzten Richtungen A und B aufrechtzuhalten ist üblicherweise ein inertes Trägergas, wie Argon erforderlich, das zeitlich nacheinander in den Pfeilrichtung A oder B über die zu beschichtenden Außen- oder Innenflächen der Hohlbauteile 100 geführt wird und die Reaktionsgase mitführt.

Die Vorrichtung zur Präparation und/oder Beschichtung der Oberflächen von metallischen Hohlbauteilen 100 ist nur für Bauteile, die mindestens zwei Verbindungsöffnungen 103, 104 zwischen ihren äußeren und inneren Oberflächen aufweisen geeignet. Eine erste Verbindungsöffnung 103 des Bauteils 100 ist mit dem äußeren Reaktionsraum 110 verbunden. Eine zweite

Verbindungsöffnung 104 ist über den hohlen Trägerarm 1 bis 60 mit dem Innenraum eines Halterohres 105 verbunden, der in diesem Beispiel gleichzeitig als innerer Reaktionsraum 120 dient. Somit kann Reaktionsgas der ersten Reaktionsgasquelle 201 bis 280 aus dem äußeren Reaktionsraum 110 zuerst über die äußeren Oberflächen und danach über die erste Verbindungsöffnung 103 zu den inneren Oberflächen der Bauteile 100 und über die Trägerarme 1 bis 60 zum Innenraum des Halterohres 105 in Pfeilrichtung A strömen. Umgekehrt kann Reaktionsgas von dem Innenraum des Halterohres 105 über die Trägerarme 1 bis 60 durch die zweite Verbindungsöffnung 104 des Bauteils 100 zunächst über die inneren Oberflächen und danach durch die erste Verbindungsöffnung 103 über die äußeren Oberflächen der Bauteile 100 in den äußeren Reaktionsraum 110 in Pfeilrichtung B strömen.

Die Hohlbauteile 100 werden dazu mit ihrer zweiten Verbindungsöffnung 104 in dem hohlen Trägerarm 1 bis 60 festgesetzt und eingedichtet. Diese Dichtung wird mit einer Dichtmasse 108, wie einer Sintermasse, erreicht, wobei beispielsweise ein unteres Ende 106 des Hohlbauteils 100 mit der zweiten Verbindungsöffnung 104 in den Hohlräum 107 des Trägerarms 1 bis 60 hineingehalten und mit Dichtmasse 108 im Öffnungsbereich freigehalten wird. Die hohen Trägerarme sind radial nach außen mit dem zentralen Halterohr 105 lösbar verbunden. Die lösbare Verbindung 109 besteht aus einem konischen, kugelförmigen, halbkugelförmigen oder flanschartigen Sitz 112, der eine klinikenartige Einrastvorrichtung 113 aufweist, die ein schnelles Einhängen der Trägerarme 1 bis 60 an dem zentralen Hohlröhre 105 ermöglicht.

Fig. 2 zeigt in Draufsicht eine Schnittebene CC einer Lage aus Granulatkörben 201 bis 220 und Trägerarmen 1 bis 20 der erfundungsgemäßen Vorrichtung. Die Granulatkörbe 201 bis 280 mit einem ersten Reaktionsgasquellenmaterial sind in diesem Beispiel mit Spendergranulat und Aktivatorgranulat gefüllt und werden für eine Gasdiffusionsbeschichtung zwischen den Trägerarmen 1 bis 20 eingehängt und umgeben fast vollständig die zu beschichtenden äußeren Oberflächen der Hohlbauteile 100. Sie versorgen zunächst die äußeren Oberflächen der Hohlbauteile 100 mit Reaktionsgasen.

Ein zentraler Granulatkorb 290 mit einem zweiten Reaktionsgasquellenmaterial in Granulatform ist in der Mitte des Halterohrs 105 angeordnet. Er versorgt über Verbindungsöffnungen 115 zu den Hohlräumen 107 der Trägerarme 1 bis 20 und über die in Fig. 1 gezeigten zweiten Verbindungsöffnungen 104 in den Hohlbauteilen 100 zunächst die inneren Oberflächen der Hohlbauteile 100 mit Reaktionsgasen für eine Gasdiffusionsbeschichtung. Danach strömen die Reaktionsgase über die in Fig. 1 gezeigte erste Verbindungsöffnung 103 zu den äußeren Oberflächen in Pfeilrichtung B.

Trägerarme 1 bis 60 und Granulatkörbe 201 bis 280 können, wie Fig. 1 zeigt, in mehreren Lagen übereinander am Halterohr 105 angeschlossen bzw. befestigt sein. In diesem Beispiel werden drei Lagen mit je 20 Trägerarmen 1 bis 60 und 20 Granulatkörben 201 bis 280 an dem Halterohr 105 angeschlossen bzw. befestigt. Jeder Trägerarm nimmt in diesem Beispiel 4 Hohlbauteile auf, so daß 240 Hohlbauteile 100 gleichzeitig gereinigt und beschichtet werden können.

Der Boden 131 des Reaktionsbehälters 130 weist neben den Zuleitungsoffnungen im äußeren Reaktionsraum 110 und im inneren Reaktionsraum 120 Ableitungsoffnungen 116 bzw. 122 im äußeren bzw. inneren Reaktionsraum 110 bzw. 120 auf. Zur Umschaltung der

Strömungsrichtung A oder B sind die Öffnungen über Zu- oder Ableitungen mit entsprechenden nicht gezeigten Steuerventilen verbunden, über die inerte Trägergas- se oder ätzende, reduzierende oder deoxydierende Reaktionsgase zu oder abgeführt werden können.

Fig. 3 zeigt eine Hohlshaufel 300, die für den Einsatz in der erfundsgemäßen Vorrichtung und in dem erfundsgemäßen Verfahren geeignet ist. Die Hohlshaufel 300 wird in Turbtriebwerken eingesetzt und ist gegen Korrosion und Sauerstoffversprödung durch die aggressiven Gase im Strömungskanal des Turbtriebwerks zu schützen. Üblicherweise haben diese Hohlshaufeln 300 auf ihren Vorderkanten 301 und/oder auf ihren Hinterkanten 302 erste Verbindungsbohrungen 303 bzw. 304, die die äußeren Oberflächen 305 mit den inneren Oberflächen 306 verbinden. Zusätzlich weisen diese Hohlshaufeln 300 einen Schaufelfuß 317 auf, dessen äußere Oberflächen 318 von einer Beschichtung zu schützen sind. Im Schaufelfußbereich liegen zweite Verbindungsöffnungen 313 und 314, durch die im Betrieb beispielsweise Kühlluft eintreten kann, die als KühlLuftstrahl an den Vorder- und/oder Hinterkanten 301 bzw. 302 durch die KühlLuftbohrungen 303 bzw. 304 ausströmen kann. Unter Ausnutzung dieser Öffnungen kann ein Reinigungs- und/oder Beschichtungsgas mit Hilfe der erfundsgemäßen Vorrichtung und gemäß des erfundsgemäßen Verfahrens nacheinander in Richtung A und in Richtung B die Oberflächen der Schaufel 300 durchströmen, wenn die Schaufel 300 gasdicht an einem Trägerarm 1 der Vorrichtung angeschlossen wird. In diesem Beispiel besteht der Trägerarm aus einem Hohlprofil mit aufgesetzter Halte- und Stützvorrichtung 310 für die Hohlshaufel 300, in die der Schaufelfuß 317 eingesteckt wird und anschließend mit einer Dichtmasse 108, die in diesem Beispiel eine Sintermasse ist, umschlossen wird, so daß die Öffnungen 313 und 314 des Schaufelfußes 317 mit dem Hohrraum 307 des Trägerarms 1 verbunden sind.

Der Innenraum der Hohlshaufel ist in engen Kanälen strukturiert, so daß die Reaktionsgase mehrfach umgelenkt werden, und Luv- und Leewirkungen nur durch minimale Durchflußgeschwindigkeiten verringert werden. Erst durch das erfundsgemäße Umschalten der Strömungsrichtung von der Pfeilrichtung A auf die Pfeilrichtung B und umgekehrt, werden die Luv- und Leewirkungen an den scharfen Umkehrpunkten kompensiert. Eine Verarmung der Reaktionsgasquellen an Reaktionskomponenten wird verhindert und eine Anreicherung an Reaktionskomponenten insbesondere im Innenraum der Hohlshaufel wird durch das erfundsgemäße Verfahren bewirkt, so daß gleichmäßige Reinigungseffekte und gleichmäßige Beschichtungsergebnisse als mit herkömmlichen Vorrichtungen und Verfahren ermöglicht werden.

Beispiel 1

Eine Hochdruckturbinenschaufel aus einer Nickelbasislegierung der Zusammensetzung (Rene 80)

Co	9,0–10 Gew.-%
Cr	13,7–14,3 Gew.-%
Ti	4,8–5,2 Gew.-%
Al	2,8–3,2 Gew.-%
W	3,7–4,3 Gew.-%
Mo	3,7–4,3 Gew.-%
Fe	max. 0,25 Gew.-%
Hf	max. 0,1 Gew.-%
C	0,15–0,19 Gew.-%

Rest Ni, mit einer komplexen Innengeometrie, die 6 bis 8 Kühlluftbohrungen aufweist (vergl. Fig. 3) wird auf den äußeren und inneren Oberflächen gemäß dem erfundsgemäßen Verfahren und der erfundsgemäßen Vorrichtung mit einer Aluminiumdiffusionsschicht be- schichtet.

Dazu wird der Fußbereich der Turbinenschaufel 300 zunächst mit einer Al₂O₃-Schicht durch Tauchen in einer Schlicker-suspension, die im wesentlichen aus Al₂O₃-Pulver und einer wässrigen Lösung besteht, ver- sehen. Nach einem Trocknen des Al₂O₃-Schlickers werden je vier Schaufeln 300 auf Halte- und Stützvorrich- tungen 310 gesteckt, die sich auf den Trägerarmen 1 bis 20 der erfundsgemäßen Vorrichtung befinden. Da- nach wird jeder Trägerarm 1 bis 60 mit einer Pulver- schüttung 308 aus Nickelbasispulver und Al₂O₃-Pulver aufgefüllt. Diese Pulverschüttung 308 dichtet den Schaufelfußbereich in Zusammenwirken mit der Schlik- kerungsschicht 104 auf der äußeren Oberflächen 318 des Schaufelfußes 317 in der Halte- und Stützvorrichtung 310 durch Zusammensintern zu einer Sintermasse beim späteren Aufheizen ab und schützt die äußeren Oberflächen 318 des Schaufelfußes 317 vor einer Beschichtung.

Die derart außerhalb des Reaktionsbehälters 130 vorbereiteten Trägerarme 1 bis 60 werden danach in das zentrale Halterohr 105 eingehängt. Die kegelförmigen oder halbkugelförmigen Anschlußzapfen der Trägerarme werden zusätzlich mit Al₂O₃-Schlicker eingepinselt, um 40 geringfügige Spalten abzudichten.

Es werden in diesem Beispiel über 30 Trägerarme in mehr als 5 Lagen oder Ebenen an einem Halterohr 105 eingehängt. Zwischen den Trägerarmen in jeder Lage werden Granulatkörper aus Lochblech aufgehängt. Diese enthalten als Reaktionsgasquellen Aluminiumspendergranulat einer Al/C-Legierung und ein Granulat aus Aluminiumfluorid als Aktivatorspender. In diesem Beispiel werden pro Schaufel 600 g Aluminiumspender- granulat und 10 g Aktivatorgranulat eingesetzt. Ein Teil dieses Granulats wird als zweite Reaktionsgasquelle 290 in einem Granulatkorb im Innern des Haltröhres einge- füllt.

Nach dem Einhängen der Trägerarme und der Granulatkörper an dem Halterohr ist ein Tannenbaum-Chargierträger fertiggestellt. Der Tannenbaum-Chargierträger wird auf dem Sockel eines Retortenhaubenofens positioniert, wobei das Halterohr 105 den zentralen Stamm des Tannenbaum-Chargierträger bildet. Der zentrale Stamm hat eine Zuleitung 121 und eine Ablei- tung 122 durch den Retortensockel hindurch. Der äußere Reaktionsraum hat in diesem Beispiel zwei Zuleitun- gen 111 und zwei Ableitungen 116. Über den Tannenbaum-Chargierträger wird eine Retortenhabe 140 und ein nicht gezeigter Haubenofen gestülpt und die Retor- te mit Argon gespült.

Beim Erwärmen wird ein Durchfluß von 4000 l/h über die Öffnung 122 entgegen der Pfeilrichtung A durch den Tannenbaumstamm über die Hohlauteile in

den ersten Reaktionsraum 110, den Retortenraum, gespült. Beim Erreichen einer Haltemperatur von 1050°C wird der Durchfluß umgestellt und vom Retortenraum in Pfeilrichtung A in den Tannenbaumstamm eine Trägergasmenge von 40 l/h H₂ gepumpt. Nach einer Haltezeit von 4 h wird der Gasfluß in umgekehrter Richtung B über die Öffnung 121 dem System zugeführt, so daß zunächst durch die Reaktionsgasquelle 290 ein H₂-Gassstrom von 40 l/h für zwei weitere Stunden nun aber in Richtung B fließt. Zum Abkühlen wird schließlich wieder die Öffnung 122 entgegen der Flußrichtung A mit Ar als Inertgas gespeist.

Es ergibt sich eine äußerst gleichmäßige Beschichtung der äußeren und inneren Oberflächen 305, 306 der Turbinenschaufeln bei einem Aluminiumgehalt der Schutzschicht von über 30 Gew.-%.

Beispiel 2

In diesem Beispiel wird eine kombinierte Vorreinigung der inneren Oberflächen einer Turbinenschaufel mit anschließender Beschichtung der äußeren und inneren Oberflächen einer Turbinenschaufel aus ähnlichem Material wie in Beispiel 1 durchgeführt.

Derartige Innenreinigungen können erforderlich werden, weil mit den üblichen Vorreinigungen nur die Außenflächen sicher von Formenrückständen und Reaktionsprodukten zwischen Schaufelformat und Formenmaterial befreit werden können. Durch Reaktionen der inneren Oberflächen mit dem Keramaterial beim Gießen einer Schaufel können partielle Rückstände auf den inneren Oberflächen verbleiben, die ein Diffusionsbeschichten behindern oder ganz verhindern, so daß Schwachstellen in der Heißgasoxidations- und Korrosionsschutzhaut im Innern der Hohlschaufeln 300 auftreten können.

In diesem Beispiel wird eine Turbinenschaufel aus einer Nickelbasislegierung der Zusammensetzung (Reine 142)

Co	11,45—12,05 Gew.-%
Cr	6,6—7,0 Gew.-%
Ti	max. — 0,02 Gew.-%
Al	5,94—5,1 Gew.-%
W	4,7—5,1 Gew.-%
Mo	1,3—1,7 Gew.-%
Fe	max. 0,2 Gew.-%
Hf	1,3—1,7 Gew.-%
C	0,1—0,14 Gew.-%
Re	2,6—3,0 Gew.-%

Rest Ni, gereinigt und beschichtet.

Dazu wird der Gußwerkstoff bei gleicher Prozeßtemperatur gereinigt und beschichtet, so daß sich die gereinigten Innenflächen nicht wieder mit Oxid belegen.

Die Turbinenschaufeln werden zu je fünf Stück pro Trägerarm an das zentrale Halterohr angeschlossen und eine Charge von 300 Laufschaufern auf drei Lagen verteilt. Retorten- und Heizhaube werden über die Tannenbaum-Chargierung gestülpt und mittels Abpumpen und Spülen wird eine Argon-Schutzatmosphäre erzeugt. Der Argondurchfluß beträgt 2000 l/h beim Spülen.

Danach wird unter Argon die Retorte auf 750°C bis 1040°C geheizt. Dabei fließt entgegen der Richtung A über die Öffnung 122 ein H₂-Durchfluß von 4000 l/h zunächst entlang der inneren Oberflächen der Hohlschaufel und anschließend über die äußeren Oberflä-

chen der Hohlschaufel.

Nach Erreichen einer Haltemperatur von 1040°C wird für eine Dauer von 2 h in dem Tannenbaum über die Öffnung 122 ein Gemisch von HF und H₂ eingeleitet. Das Reaktionsgasgemisch setzt sich aus HF mit 0,5 l/h pro Schaufel und H₂ mit 5 l/h pro Schaufel zusammen. Im äußeren Reaktionsraum zirkuliert gleichzeitig mit 40 l/h pro Schaufel Wasserstoff, der durch die Öffnung 111 eingeleitet und durch die Öffnung 116 abgeleitet wird. Dabei wird ein Druckverhältnis eingehalten, so daß der Prozeßdruck im ersten Reaktionsraum bzw. im Retortenraum 5 bis 30 hPa unterhalb des Prozeßdruckes im Halterohr oder Verteilerstamm liegt. Die Reaktionsatmosphären des inneren und äußeren Reaktionsräumen werden bei geschlossenen Öffnung 121 gemeinsam über die Öffnung 116 im ersten Reaktionsraum abgeleitet.

Nach Ablauf einer 2-stündigen Haltezeit wird die HF-Zufuhr abgestellt und weitere 0,25 Stunden mit H₂ (5 l/h pro Schaufel) gespült. Danach wird der Gasfluß umgekehrt. Es wird nun zur Beschichtung ein Reaktionsgasgemisch aus AlF₃, AlF₄ und H₂ (mit 2 pro Schaufel) in Richtung A zunächst über die äußeren und danach über die inneren Oberflächen der Hohlschaufeln geführt. Nach einer Haltezeit von 4 h bei 1040°C wird in umgekehrter Richtung B für zwei weitere Stunden beschichtet. Dabei wird das Reaktionsgas über die innere Reaktionsgasquelle durch die Trägerarme über die zweiten Verbindungsöffnungen in den Hohlschaufeln zunächst über die inneren Oberflächen geführt und danach über die äußeren Oberflächen geleitet. Bei dem Abkühlen der Charge wird entgegen der Flußrichtung A die Charge mit Ar gespült, wobei über die Öffnung 122 bei verschlossener Öffnung 121 das Argon zunächst über die inneren Oberflächen der Hohlschaufeln und anschließend über den äußeren Oberflächen der Hohlschaufeln strömt.

Es ergibt sich eine defektfreie Innenbeschichtung mit hoher Gleichmäßigkeit der Innenschichtdicke.

40

Beispiel 3

Im Beispiel 3 wird eine Hohlschaufel außen und innen beschichtet, die eine extreme Länge von über 500 mm für die inneren Kühlkanäle aufweist.

Mit den bisher verfügbaren Verfahren und Vorrichtungen mit unidirektionaler Reaktionsgasführung ergeben sich besonders gravierende Verringerungen der Innenschichtdicke vom Eintritt der Reaktionsgase in die Hohlräume oder Kühlkanäle von Hohlschaufeln bis zum Austritt aus den Hohlräumen oder bis zum Ende der Kühlkanäle. Abnahmen von 0,5 bis 1 µm pro Zentimeter Kanallänge sind durchaus üblich. Bei einer Beschichtungsdicke von 50 µm im Bereich der ersten Verbindungsöffnung 103 zum Innenraum einer Hohlschaufel geht die Beschichtungsdicke gegen Null am Ende einer Kanal mit einer Länge von 500 cm. Mit der neuen Vorrichtung und dem erfundengemäßen Verfahren lassen sich im Vergleich dazu sowohl längere Kühlkanäle beschichten, als auch die Schichtdicken besser vergleichsmäßig.

In diesem Beispiel wird die erste Reaktionsgasquelle mit Granulat einer Aluminiumspenderlegierung bestückt und die zweite Reaktionsquelle mit einer Spenderlegierung und dem Granulat eines halogenen Aktivators. Während der Aufheizphase wird unter einem niedrigen Argondurchfluß in Pfeilrichtung A die Vorrichtung aufgeheizt bis 1040°C bis der gesamte Aktiva-

tor gasförmig im zweiten Reaktionsraum vorliegt. Erst danach wird der Durchfluß für eine halbe Stunde derart gesteuert, daß die Reaktionsgase in Richtung B fließen. Während dieser Zeitspanne gelangt ausreichend Aktivatorgas über die inneren Oberflächen der Bauteile in den ersten Reaktionsraum, um in Reaktion mit dem Spendermetallgranulat ein Reaktionsgas zu bilden, das nun nach 30 Minuten in umgekehrter Richtung zu A erst über die äußeren Oberflächen strömt und anschließend die inneren Oberflächen beschichtet. Diese Umschaltung der Durchflußrichtung erfolgt für die nächsten 5 Stunden alle 30 Minuten. Abschließend wird unter Argon bei einem Durchfluß von 40 l/h pro Schaufel das Aktivatorgas in den zweiten Reaktionsraum verdrängt, wo es sich niederschlägt. Das hat den Vorteil, daß in stark durch Ein- und Ausbauten frequentierten äußeren Reaktionsraum keine giftigen vagabundierenden Halogen- oder Halogenidverbindungen oder Gase vorhanden sind. Diese konzentrieren sich vielmehr auf den inneren zweiten Reaktionsraum.

Mit dieser Verfahrensvariante konnte die Vergleichsmäßigung der Beschichtungsdicke nochmals gesteigert werden.

Beispiel 4

Als nächstes werden mit dem erfundsgemäßen Verfahren problematische Superlegierungen, auf die Aluminium mittels Gasdiffusionsbeschichten herkömmlicher Art nur schwierig oder gar nicht aufzubringen sind, beschichtet. Zu diesen Legierungen zählen Kobaltbasiselegierungen und Nickelbasislegierungen mit hohem Wolframanteil.

Zur Lösung der Beschichtungsprobleme ist ein hoher Gehalt an Aluminiumhalogeniden in dem Reaktionsgas, das als Aluminiumaktivität bezeichnet wird, erforderlich. Die Verarmung an Aluminiumhalogeniden im Reaktionsgas und damit die Abnahme an Aluminiumaktivität ist jedoch bei herkömmlichen Verfahren durch Abscheidung von Aluminium an den Oberflächen der Hohlbauteile beträchtlich. Mit dem erfundsgemäßen Verfahren wird diese Verarmung vermindert, so daß eine hohe Aluminiumaktivität aufrechterhalten werden kann und somit können problematische Superlegierungen, auf die Aluminium mittels Gasdiffusionsbeschichten herkömmlicher Art nur schwierig oder gar nicht aufzubringen sind zufriedenstellend auch von innen beschichtet werden.

Als Beispiel werden Turbinenlaufschaufeln mit folgender Legierungszusammensetzung (X 40)

Ni	9,5–11,5 Gew.-%
Cr	24,5–25,5 Gew.-%
Al	max. 0,35 Gew.-%
W	7,0–8,0 Gew.-%
Fe	max. 2,0 Gew.-%
C	0,45–0,55 Gew.-%
Rest Co	

und Turbinenlaufschaufeln mit folgender Zusammensetzung (Mar-M237 LC)

Co	9,0–11,0 Gew.-%
Cr	6–8,0 Gew.-%
Ti	0,9–1,2 Gew.-%
Al	5,4–5,7 Gew.-%
W	3,8–10,2 Gew.-%

Mo	0,6–0,8 Gew.-%
Hf	1,0–1,6 Gew.-%
C	0,05–0,14 Gew.-%
Ta	2,9–3,1 Gew.-%
Rest Ni	

bei hoher Al-Aktivität beschichtet.

Dazu werden 100 Hohlschaufeln in 5 Lagen in dem ersten Reaktionsraum angeordnet und 1500 g pro Schaufel Spendermetallgranulat, sowie 20 g Aktivatorgranulat pro Schaufel eingewogen. Eine Retortenhaube 140 von 1,3 m² Fassungsvermögen wird über die Charge gestülpt. Der Retortenboden 131 hat eine Gasleitung und zwei Abgasleitungen. Das Halterohr weist im unteren Bereich oberhalb des Retortenbodens im beheizten Bereich einen zylindrischen Behälter mit einem Fassungsvermögen von 0,25 m³ auf.

Vor dem Aufheizen wird die Charge mit dem 10-fachen Volumen des Fassungsvermögens der Retortenhaube mit Argon in Richtung B gespült. Danach wird unter einem Argondurchfluß von 1000 l/h die Vorrichung aufgeheizt. Bei 900°C wird auf einen Wasserstoffdurchfluß von 2000 l/h umgestellt bis eine Haltetemperatur von 1080°C erreicht ist. Dann wird der Durchfluß reduziert und auf eine Druckregelung umgestellt. Für diese Verfahrensvariante sind Drucksensoren im ersten und zweiten Reaktionsraum als Meftwertgeber angeordnet. Es wird wechselweise mit einem Wasserstoffdurchfluß bis etwa 1000 l/h ein Druckunterschied zwischen den Drucksensoren aufgebaut.

Nach mehrfachem Vorzeichenwechsel der Druckdifferenz zwischen den beiden Reaktionsräumen 110 und 120 wird nach 6 Stunden unter Argonspülung in Richtung B die Charge abgekühlt.

Als Ergebnis wird eine sehr gleichmäßige Schichtdicke zwischen den äußeren und inneren Oberflächen der Hohlschaufeln festgestellt.

Beispiel 5

In diesem Beispiel ist eine Turbinenlaufschaufel für eine stationäre Gasturbine aus dem gleichen Material wie im Beispiel 1 auf den inneren Oberflächen im wesentlichen mit Chrom und auf den äußeren Oberflächen im wesentlichen mit Aluminium zu beschichten.

Für die Betriebstemperaturen einer stationären Gasturbine sind die Laufschaufeln mit Filmabkühlungsböhrungen an den Austrittskanten ausgestattet. Ferner weisen die Laufschaufeln drei innere Kühlkanäle auf. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, die Innenkanäle mit einem anderen Material als die äußeren Oberflächen dieser Hohlschaufeln zu beschichten. Deshalb sind die Innenkanäle mit Chrom und die äußeren Oberflächen mit Aluminium zu beschichten.

Um eine derartige Beschichtung mit herkömmlichen unidirektionalen Verfahren zu erreichen, ist ein hoher Aufwand in Bezug auf schützende zeitliche Abdeckschichten zu treiben.

Mit dem erfundsgemäßen Verfahren und der neuartigen Vorrichtung sind diese Laufschaufeln wesentlich kostengünstiger beschichtbar.

Beispielsweise werden 160 Turbinenschaufeln in 4 Lagern an 20 Tragarmen angeschlossen, wobei jeder Tragarm zwei Schaufeln aufnimmt. Im zweiten inneren Reaktionsraum werden 10 kg Chromtabletten in Lochblechkörben angeordnet und pro Schaufel 5 g NH₄Cl im unteren Bereich des Halterohres positioniert. Ein weiterer Anteil von 3 g an NH₄Cl wird im Bodenbereich des

ersten Reaktionsraumes angeordnet.

Das Aluminiumspendergranulat mit einer Fluorverbindung als Aktivator für die Außenbeschichtung wird mit 400 g pro Schaufel in den Granulatkörben zwischen den Trägerarmen eingebracht. Die Charge wird mit Argon gespült und ohne jeden Durchfluß bis zu einer ersten Haltetemperatur von 1080°C erwärmt. Bei 1080°C wird ein Argondurchfluss in Richtung B über die Schaufelinnenschenkel von 160 l/h eingestellt, der die inneren Oberflächen mit Chrom beschichtet. Gleichzeitig zirkuliert über den Zulauf 111 und den Ablauf 116 im ersten Reaktionsraum ein Argonstrom von 4000 l/h, der die äußeren Oberflächen vor einer Chrombeschichtung schützt.

Die Menge und der Ort des NH₄Cl-Aktivators für die Alitierung sind derart bemessen bzw. ausgesucht, daß bei der vorliegenden Temperaturverteilung und dem anliegenden Temperaturgradienten der NH₄Cl-Aktivator in den 4 Stunden vollständig verdampft ist. Nach 4 Stunden wird der Argonstrom auf ein Alitieren der Außenflächen umgestellt. Bei einer Temperatur von 1040°C und einem Argondurchfluß von 400 l/h in Richtung A werden in den folgenden 4 Stunden die äußeren Oberflächen alitiert.

Nach Abkühlung der Charge unter Argondurchfluß in Richtung B auf Raumtemperatur resultiert eine gemessene mittlere Innenbeschichtungsdicke von 25 µm, die im wesentlichen aus Chrom besteht und eine Alitierschicht auf den äußeren Oberflächen mit einer mittleren Dicke von 45 µm.

Patentsprüche

1. Verfahren zur Präparation und/oder Beschichtung der Oberflächen von metallischen Hohlbauteilen mit den Verfahrensschritten

- a) Bereitstellen mindestens zweier Reaktionsgasgemische (I, II) durch Reaktionsgasquellen zur Behandlung der äußeren und inneren Oberflächen der Hohlbauteile,
- b) Führen des ersten Reaktionsgasgemisches (I) über die äußeren Oberflächen und danach über die inneren Oberflächen der Bauteile,
- c) Führen des zweiten Reaktionsgasgemisches (II) über die inneren Oberflächen und danach über die äußeren Oberflächen der Bauteile.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Reaktionsgasgemische (I, II) aus gleichartigen Komponenten zusammensetzen und die Strömungsrichtung der Reaktionsgase über die Oberflächen des Hohlbauteils durch Wiederholen der Schritte b) und c) mehrfach geändert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der Reaktionsgasquellen Reaktionsgase liefert, die der Reinigung von äußeren und inneren Oberflächen dienen, vorzugsweise halogenhaltige Gase.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine der Reaktionsgasquellen Reaktionsgase liefert, die der Reduktion sulfidischer oder oxidischer Ablagerungen auf den äußeren oder inneren Oberflächen dienen, vorzugsweise wasserstoffhaltige Gase.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Reaktionsgasquellen Reaktionsgase liefern, die der Gasdiffusionsbeschichtung der äußeren oder inneren Oberflächen dienen, vorzugsweise halogenhaltige

Gase, die sich an den metallischen Außen- oder Innenflächen der Hohlbauteile in einer metallischen Komponente, die als Beschichtung auf den äußeren und inneren Oberflächen abgeschieden wird und eine halogene Komponente, die als Aktivator wieder verwendet wird, zerstellt.

6. Vorrichtung zur Präparation und/oder Beschichtung der Oberflächen von metallischen Hohlbauteilen, die mindestens zwei Verbindungsöffnungen zwischen ihren äußeren und inneren Oberflächen aufweisen, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung einen Reaktionsbehälter mit einem äußeren Reaktionsraum und einem zentralen Halterohr, an dem abnehmbare radial zum Halterohr ausgerichtete hohle Trägerarme angeordnet sind, die mindestens jeweils ein Hohlbauteil aufnehmen, aufweist, wobei eine erste Verbindungsöffnung des Bauteils mit dem äußeren Reaktionsraum und eine zweite Verbindungsöffnung über den hohen Trägerarm mit dem Innenraum des Halterohres verbunden ist, so daß Reaktionsgas aus dem äußeren Reaktionsraum zuerst über die äußeren Oberflächen und danach über die erste Verbindungsöffnung zu den inneren Oberflächen der Bauteile und über die Trägerarme zum Innenraum des Halterohres strömen kann und umgekehrt Reaktionsgas von dem Innenraum des Halterohres über die Trägerarme durch die zweite Verbindungsöffnung des Bauteils über die inneren Oberflächen und danach durch die erste Verbindungsöffnung über die äußeren Oberflächen des Bauteils in den äußeren Reaktionsraum strömen kann.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß im äußeren Reaktionsraum zwischen den Trägerarmen radial zum Halterohr angeordnete äußere Granulatkörbe mit einem ersten Reaktionsgasquellennmaterial befestigt sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß im äußeren Reaktionsraum Trägerarme und Granulatkörbe in mehreren Lagen übereinander am Halterohr angeschlossen bzw. befestigt sind.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß im Innenraum des Halterohres innere Granulatkörbe mit einem zweiten Reaktionsgasquellennmaterial angeordnet sind.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Halterohr zentral auf dem Boden des Reaktionsbehälters steht, der mindestens eine erste Zu- oder Ableitungsöffnung für den äußeren Reaktionsraum und mindestens eine zweite Zu- oder Ableitungsöffnung für den Innenraum des Halterohres aufweist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

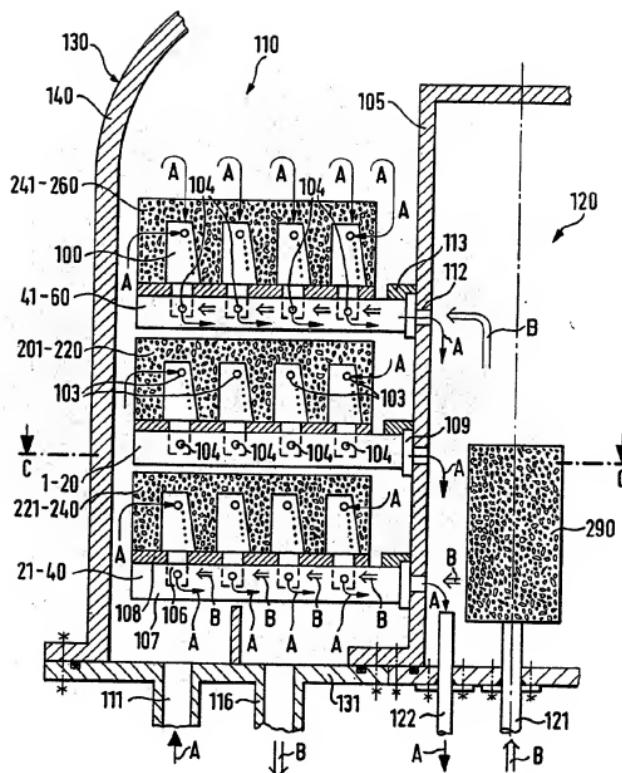


FIG. 1

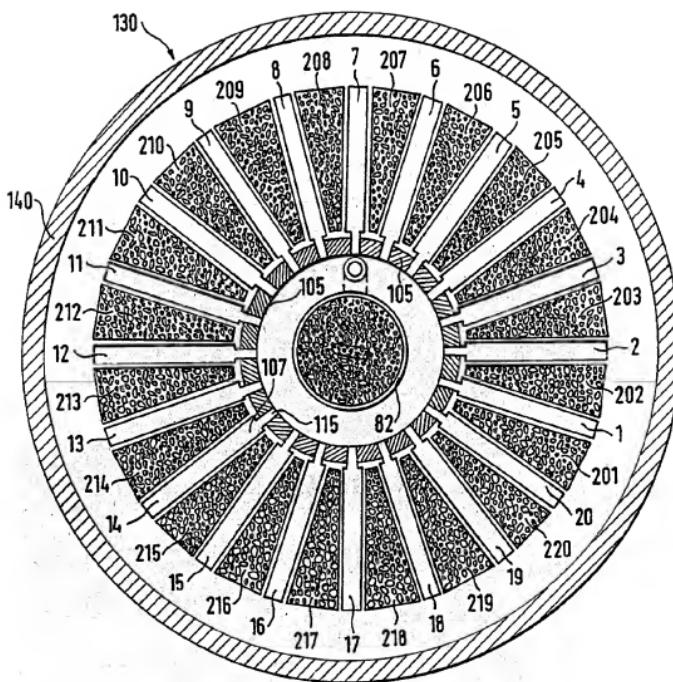


FIG. 2

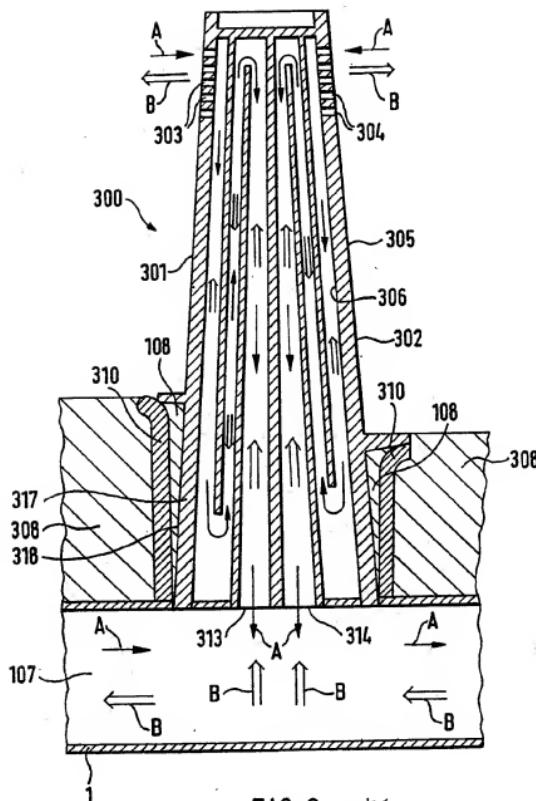


FIG. 3 *

- Leerseite -